

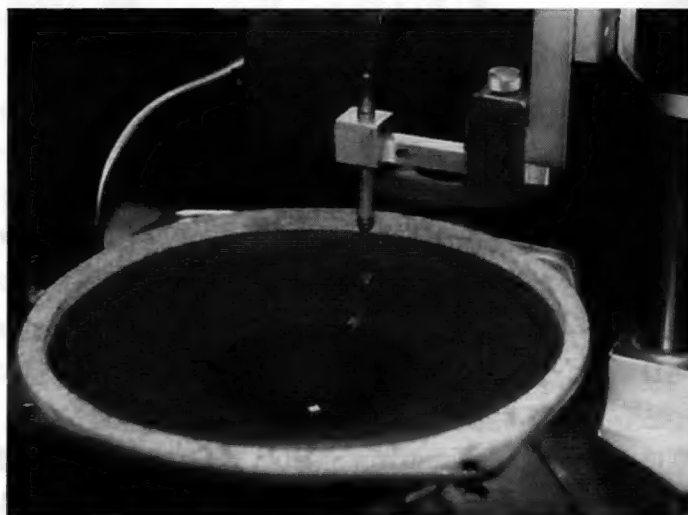
2 音法を利用した オーディオ測定

(4) コーン抵の振動状態を観測する

前号でスピーカと MIC で実験をしてきました。マイクのレスポンスは多くの情報を含んでしまっているので、コーンそれ自体のレスポンスを見るというわけにはいきません。今月はレーザー変位計を使ってそのレスポンスを見てみます。

この散歩道で変位計を使い始めたのは 2001 年 3 月号からでした。3 月号では“MFB 作用がムービング・コイルまでである”ということから、その先コーンの動態を調べる実験に使いました。今月はこの実験の延長線上の実験、信号源が変わっ

●コーン面の 3 点の振動をレーザー変位計で計測。白いのが反射鏡

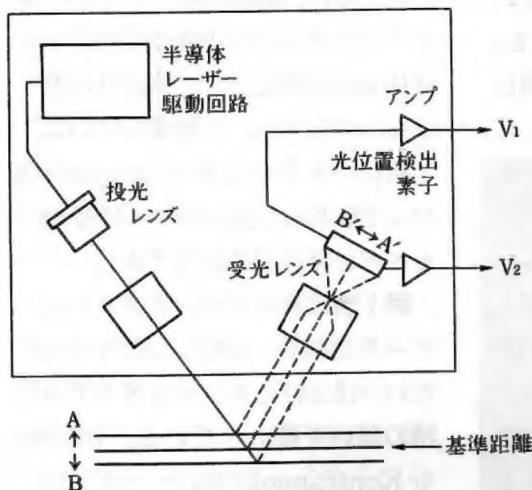


ただけのこの 2 音法ですが、結果やいかにと、準備段階からソワソワしています。

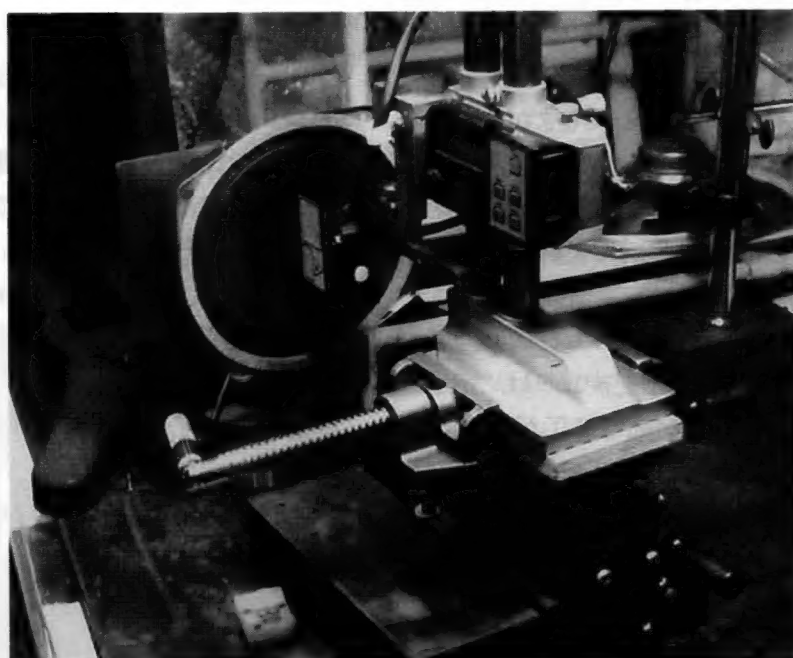
レーザー変位計の動作

そのときは実験結果に重点をおいた記述でしたので、ここで変位計についてお話をしておきます。

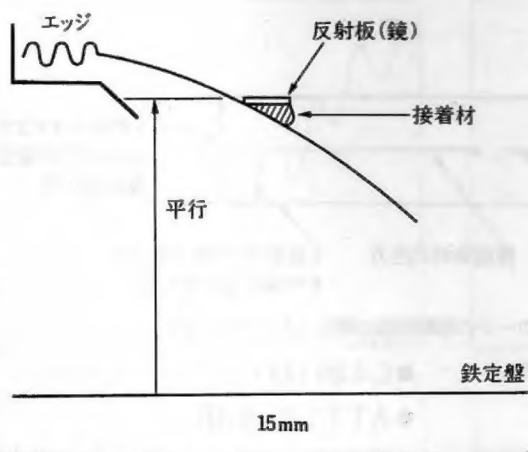
基本原理はレーザー光（ビーム）を物体に当て、その反射光をピックアップする構造ですが、反射体との距離（間隔）が変わると、反射光を受ける光位置検出素子上でのレーザー・スポットの位置が変化します。この移動によって生ずる電気信号をデジタル信号に変換し、CPU を使っ



〈第1図〉レーザー変位計の動作原理

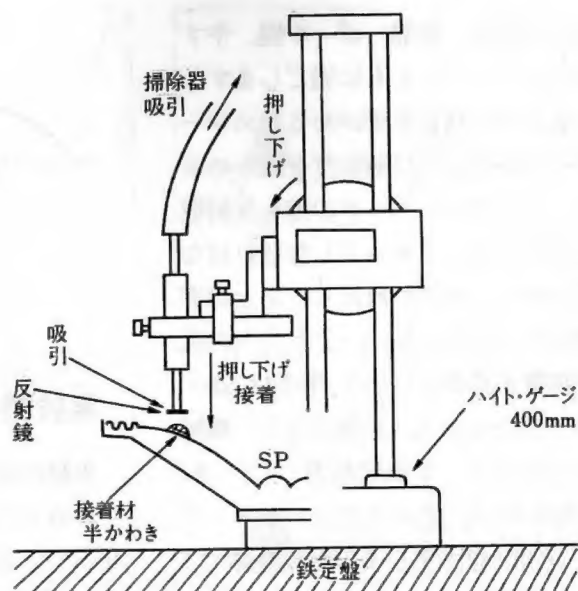


●レーザー変位計に今回の測定システムの全景



◀第2図▶
コーンの一部に反射板を接着する。水平を保つことが重要

◀第3図▶
反射鏡はハイト・ゲージを使って接着した



て対象物の変位量として表示する仕組みです。

筆者の使っている変位計の原理図を、取扱説明書からピックアップして第1図に示しました。

構造は、センサ部とコントローラ部とに分かれます。センサは2個あり、単独にも使えます。といっても、出力は1つですから、独立2チャンネルというわけではありません。単に片方を遊ばしておく、ということだけです。

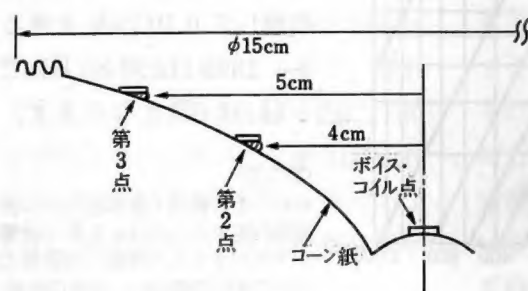
この2ヘッド(センサー)の特徴は両者の信号の和・差がとれるということです。機械的な応用としては、

- ① 段差を測る
- ② 厚みを測る(ノギス的に両面からレーザー光をはさむ)

オーディオ的には、

- (1) コーン振動とキャビネット各部の振動パターンや位相(時間おくれ)変化をみる
- (2) コーン各部の振動をVCの振動を基準としてみる
- (3) その他

その他応用に役立つ機能として、



▲第1表▶ 使用したレーザー変位計のおもな仕様

◀第4図▶
反射板のとりつけ位置

対象物の間隔が30mmと長くとれることです。これは特にコーンの振動を見るのに便利です。前の機種はこれが10mmだったため、ボイス・コイルに近づくことができませんでした。この機能(?)だけで買い換えました。またこのとおり、サンプリング周波数が50kHzであることも大きな理由です。仕様の一部を第1表に挙げておきます。

測定システムの設定

メカ測定は、測定器を購入すればすべてOK、といかないところがや

項目	内容
測定範囲	±0.5 mm
動作距離	30 mm
光源波長	670 μm
スポット径	30×30 μm
分解能	0.02 μm
サンプリング周波数	50 kHz
最高応答周波数	20 kHz
応答時間	100 μs
平均回数	1~131×10 ³ 回
アナログ出力	±10 V (出力Z=0)

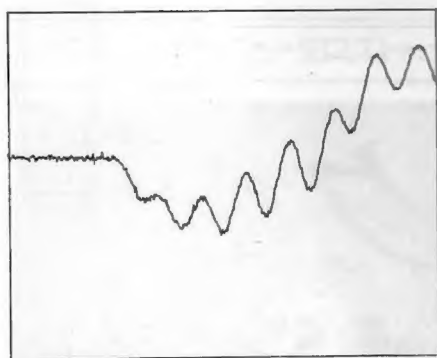
っかいでもあるし、また一面楽しいところでもあります。

スピーカ関連では、前述の変位計でだいぶ楽にはなりましたが、大事(?)が待っています。それは、レーザー光がコーン紙からは反射してこないということです。2つの理由があります。1つは反射率が悪いということ、もう1つは振動方向に対して反射面が傾斜していること、です。この両者を一度に解決する方法がコーン紙に反射面をつくることです。

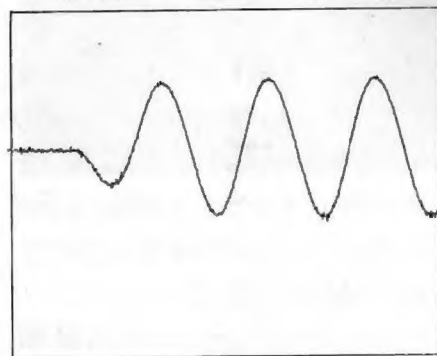
ここからが楽しい工作の時間です。基本的には、第2図のとおり反射面を水平に正しく取り付けることです。この“正しく”が曲者です。01年3月号ではボイス・コイルとエッジのみでしたから、鏡面紙も比較的取り付けやすかったのですが、今回はそうは問屋が卸しません。

ならばこちらもと、第3図の方法を案出しました。スピーカのマグネットをそのまま使って水平の鉄定盤に吸着させ、ハイト・ゲージのけがき部を改造して(拡大図参照)1.5mm角の反射板を吸引保持、コーン紙につけた接着剤へ軽く押しつけ、固定する……。もちろん反射板(鏡)は水平に保つ。

こんな楽しくも、直接は音と関係



〈第8図A〉P2点での1 kHzの応答



〈第8図B〉P2点での80 Hzの応答

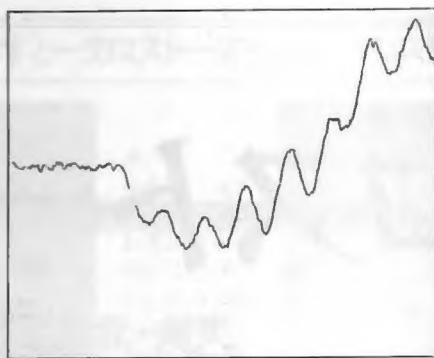
小数以下は単なる計算結果ですから、気にしないで先に進みましょう。

そもそもスピーカの周波数対振幅は理論的に解析されています。第7図に1954年代と1960年代に出版されている文献から引用した図を示しました。基本法則は周波数比の2乗に反比例するというものですから、周波数が2倍になると1/4の振幅になる、ということです。これを実験に当てはめると、

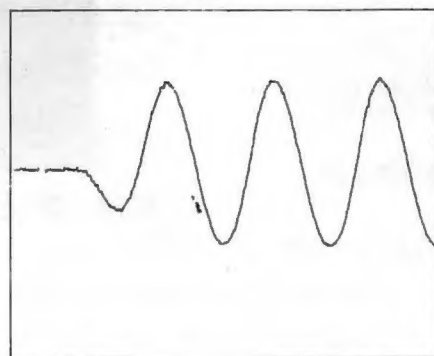
$(1000/80)^2 = 156.3 = 43.9 \text{ dB}$ となります。してみると、100倍以上の比も正しい結果ということが出来ます。

さて、このスピーカ・センターのボイス・コイルの動きは、コーン周辺部にこのとおり伝わっていくのでしょうか。

第2、第3ポイントでの80 Hzと1 kHzとの比を求めてみます。ポイント2のレスポンスを第8図に、ポイント3のレスポンスを第9図に示しました。いずれも同じ条件での1 kHz、80 Hz パースト波を測定したものです。



〈第9図A〉P3点での1 kHzの応答



〈第9図B〉P3点での80 Hzの応答

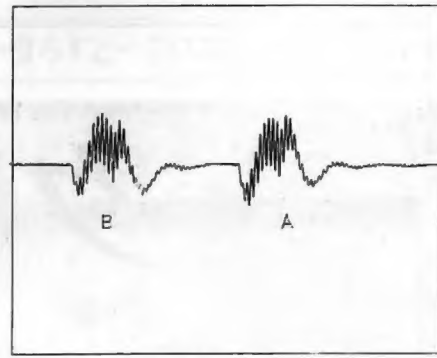
信号源はA音を使いました。80 Hzの立上がり(下がり)がなまって見えるのは、共振現象の典型的パターンです。1 kHzは傾斜波形の上に乗っていますが、これは1 kHz ON時のトランジェント・レスポンス(80 Hz)です。ただし1 kHzは、ボイス・コイルのときと同様20 dB強くしてあります。

これらのP-P値を測り、比較するわけですが、1 kHzは波形から得られた値を、当然ながら1/10にします。こうして得られた1 kHz、80 Hzの比較dB値は、

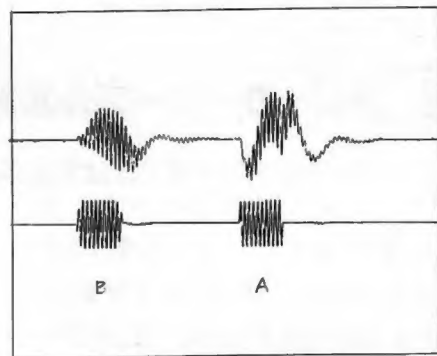
ポイント2 : 41.6 dB

ポイント3 : 39 dB

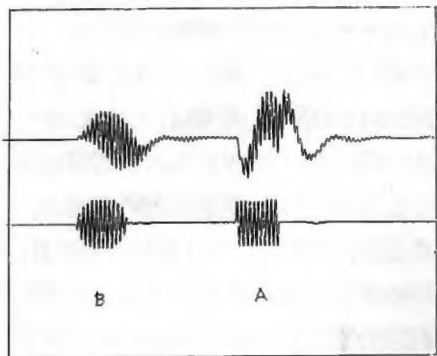
です。両者の2.6 dB程度の差は1 kHzの変化するP-P値のどこを使うかによって違ってきますから、あまり気にするところではなさそうです。それよりも、はっきりしているのは、80 Hzの振幅がポイント3の方が大きいということです。ただ分割振動しない周波数で動かされているコーンの振幅が、エッジに向けて自然に収束していくのでない(と



〈第10図A〉1 kHz パースト2波の応答



〈第10図B〉B音とA音の応答のちがい



〈第10図C〉上図とは立ち上がり傾斜の異なるB音に対する応答

みえる)のに興味をひかれました。

全体の振動パターンを概観するにはホログラムによるパターン再現がありますから、これを参考に波形(位相)で追ってみたいとも思いました。

(2) 1 kHz パーストに対する応答

上の測定で1 kHzが傾斜波形の上に乗っていましたが、1 kHz パーストの立上がり(下がり)の変化にどう応答するかが気になりましたので、つぎにB音を主役に実験を始めました。結果だけを第10図に示しましょう。信号原波形も入れておきましたから、一目瞭然でしょう。先行をB音とし、A音は参考までにB音の後に入れておきました。